

**Р. А. Валитов**

*НИИ математики и механики им. Н. Г. Чеботарева,  
ramil.valitov@ksu.ru*

**ЗАДАЧА УСТРАНЕНИЯ  
ОТРЫВА ПОГРАНИЧНОГО СЛОЯ  
НА КРЫЛОВОМ ПРОФИЛЕ ПОСРЕДСТВОМ  
ОПТИМАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ  
ДВИЖУЩЕЙСЯ СТЕНКИ**

В настоящей работе поставлена и решена задача устранения отрыва пограничного слоя (ПС) на крыловом профиле, обтекаемом под заданным углом атаки. В качестве механизма управления отрывом выбрана движущаяся стенка, расположенная на поверхности крыла. Это устройство относится к элементам активного управления ПС [1], [2], требующим для работы подвод энергии. Для учета этих энергетических расходов на работу движущейся стенки использовался подход, описанный в работе [1], заключающийся в расчете вводимого эквивалентного коэффициента  $C_{xp}$  энергетических затрат. Положение точки отрыва ПС и коэффициент  $C_{x\alpha}$  сопротивления трения крылового профиля определялись по результатам аэродинамического расчета ПС, который проводился путем численного решения уравнений ПС, аппроксимированных конечными разностями по неявной схеме на адаптивной сетке.

Для решения задачи необходимо найти размер, положение и скорость движения движущейся стенки и скорость ее движения, при которых обтекание становится безотрывным и достигается минимум целевой функции  $C_t = C_{xp} + C_{x\alpha}$ . Задача оптимизации решена с использованием метода штрафных функций [3]. Проведена серия расчетов для крылового профиля NASA 0012, обтекае-

мого при угле атаки  $\alpha = 14^\circ$ . Приведены оптимальные значения искомых параметров, сделаны выводы об их влиянии на энергетические затраты и сопротивление трения крылового профиля.

Работа выполнена при финансовой поддержке ФЦП "Научные и научно-педагогические кадры инновационной России" на 2009 – 2013 годы (госконтракт П1124).

Автор выражает благодарность научному руководителю Н. Б. Ильинскому и Д. Ф. Абзалилову за ценные консультации и советы.

## Л И Т Е Р А Т У Р А

1. Чжен П. *Управление отрывом потока*. – М.: Мир, 1979. – 552 с.
2. Gad-el-Hak M. *Flow control: passive, active, and reactive flow management*. – Cambridge University Press, 2000. – 421 p.
3. Bazaraa M., Sherali H., Shetty C. *Nonlinear programming: theory and algorithms. 3rd Ed.* – New Jersey: John Wiley & Sons Inc., 2006. – 872 p.